

(11) Japanese Unexamined Patent Application Publication No.  
3-233904

A resistor to be used in a variable-resistance element, the resistor being prepared by applying a resistor paste by means of screen-printing, the resistor paste comprising carbon black and carbon fibers dispersed in a thermosetting resin.

Carbon fibers having extremely high hardness compared to that of carbon black or graphite rarely break or chip by the pressure applied during sliding of a sliding contact. Thus, the carbon fibers dispersed in the resistor support the sliding contact to prevent abrasion of the resistor. Since carbon fibers are conductive, constriction contact resistance does not increase significantly even when chipped carbon fibers happen to be wedged between the resistor and the sliding contact.

Examples of the carbon fibers include short fibers having a diameter of 5 to 40  $\mu\text{m}$  and a length of 5 to 100  $\mu\text{m}$ , such as milled carbon fibers and chopped carbon fibers. In particular, those having a diameter of 10 to 20  $\mu\text{m}$  and a

length of 10 to 50  $\mu\text{m}$  are preferred. When the diameter or the length of the carbon fibers is smaller than the above-described ranges, the area of contact with the thermosetting resin in the resistor film becomes smaller, thereby reducing the binding force. As a result, carbon fibers readily detach due to the sliding movement of the sliding contact, and the sliding lifetime does not sufficiently improve. When the diameter or the length is larger than the above-described ranges, carbon fibers do not readily pass through the mesh of a screen used for printing, thereby dramatically degrading the printing quality. Moreover, some degree of disturbance in characteristics regarding change in resistance occurs, which is a problem.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-233904

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 C 10/30  
7/00

識別記号

M  
J

庁内整理番号

2117-5E  
9058-5E

⑭ 公開 平成3年(1991)10月17日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 可変抵抗器用抵抗体

⑯ 特 願 平2-28410

⑰ 出 願 平2(1990)2月9日

⑱ 発 明 者 斎 藤 充 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社  
内⑲ 発 明 者 隅 田 寛 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社  
内

⑳ 出 願 人 アルプス電気株式会社 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

㉑ 代 理 人 弁理士 武 顕次郎

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

可変抵抗器用抵抗体

## 2. 特許請求の範囲

抵抗ペーストをスクリーン印刷することによつて形成される可変抵抗器用抵抗体において、前記抵抗ペーストが熱硬化性樹脂中に少なくともカーボンブラックとカーボンファイバを分散させたものからなることを特徴とする可変抵抗器用抵抗体。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、抵抗ペーストをスクリーン印刷することによつて形成される可変抵抗器用抵抗体に係り、特に、長い摺動寿命を要求される可変抵抗器用抵抗体に関する。

(従来の技術)

従来、この種の抵抗体は、フェノールホルムアルデヒド樹脂等の熱硬化性樹脂からなるバインディングに導電性のカーボンブラックと溶剤とを混合、分散して抵抗ペーストを得、この抵抗ペーストをス

クリーン印刷法にて基板上に印刷した後、これを乾燥、硬化することによつて形成されている。また、全抵抗値の低い抵抗体が必要な場合は、上記の抵抗ペーストにグラファイトを分散するという手法が採られている。

可変抵抗器は、上記の如く抵抗体が印刷形成された基板と、この基板に対してスライドまたは回転可能に装着された摺動子とで概略構成され、抵抗体上を摺動する摺動子の位置を換えることにより、当該位置に応じた抵抗値が取り出されるようになっている。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、近年、可変抵抗器を非常に長い摺動寿命が要求される位置センサ等に用いる試みがなされているが、前述した従来の可変抵抗器にあつては、摺動子の摺動による抵抗体の摩耗度合が比較的大きいため、使用中に抵抗体が削り取られて基板が露出したり、削れ粉が抵抗体と摺動子間に介在して集中接触抵抗が著しく増大する等の不具合が発生する。特に、低抵抗化を目的として抵抗

ペーストにグラファイトを混入した場合、グラファイトのもつ劈開性によつて一層摩耗し易い傾向となり、センサとしての機能が著しく損われるという問題があった。

本発明は、上記した従来技術の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、摺動寿命の長い可変抵抗器用抵抗体を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記した本発明の目的は、抵抗ペーストをスクリーン印刷することによつて形成される可変抵抗器用抵抗体において、前記抵抗ペーストが熱硬化性樹脂中に少なくともカーボンブラックとカーボンファイバを分散させたものからなることによつて達成される。

〔作用〕

カーボンファイバはバインダ樹脂やカーボンブラックあるいはグラファイトに比べて硬度が非常に高く、摺動子の摺動圧力によつて破壊したり削り取られることはほとんどないため、抵抗体中に分散されたカーボンファイバが摺動子を支えるこ

とになり、抵抗体の摩耗は防止される。また、カーボンファイバ自体に導電性があるため、仮にカーボンファイバが削られて抵抗体と摺動子間に介在したとしても、それによつて集中接触抵抗が著しく増大することはない。

〔実施例〕

本発明において、抵抗ペーストは、熱硬化性樹脂からなるバインダとカーボンブラック、グラファイト、カーボンファイバおよび溶剤を混練したものからなる。

熱硬化性樹脂としては、フェノールホルムアルデヒド樹脂、キシレン変性フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、メラミン樹脂、アクリル樹脂、アクリレート樹脂、フルフリルアルコール樹脂等を使用できるが、これらに限定されることなく、要は、ワニス化が可能なものであれば良い。また、上記した樹脂のうち、ポリイミド樹脂は摺動時の発熱に耐えることが確認されているため、摺動寿命の点を考慮すると特に有効な材料といえる。

3

カーボンブラックとしては、アセチレンブラック、ファーネスブラック、チャンネルブラック等を使用できるが、その中でアセチレンブラックは、構造が発達しており、それ自体で若干の補強効果があること、および抵抗値の経時的変化が少ない等の利点を有するため、特に有効な材料といえる。

グラファイトとしては、鱗片状、泥状等を使用できる。このグラファイトは抵抗体の抵抗値を下げる目的で使用されるものであつて、その一部または全部をカーボンファイバに置き換えることも可能である。ただし、抵抗ペースト中にグラファイトが存在すると、ペーストが印刷時にスクリーンとスキージ間で壊れることにより、経時的に抵抗値が変化することを防止できる効果があるため、この点を考慮すると、適量のグラファイトを混入することが望ましい。

カーボンファイバとしては、ミルドカーボンファイバやチヨツブドカーボンファイバ等の短繊維で、その直径が $5 \sim 40 \mu\text{m}$ 、長さが $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のものを使用することができ、特に、直径が

5

4

$10 \sim 20 \mu\text{m}$ 、長さが $10 \sim 50 \mu\text{m}$ のものが好適である。カーボンファイバの直径や長さが上記範囲より小さい場合、抵抗体塗膜中の熱硬化性樹脂との接触面積が小さく結合力が弱くなるため、摺動子の摺動によつてカーボンファイバが削り取られ易くなり、十分な摺動寿命の改善とはならない。また、カーボンファイバの直径や長さが上記範囲より大きい場合、印刷時に用いるスクリーンのメツシュをカーボンファイバが通り抜けにくくなつて印刷性が著しく低下し、しかも抵抗値変化特性に若干の乱れが生じるため好ましくない。

溶剤としては、上記熱硬化性樹脂を溶解するものであれば良く、グリコール系、エステル系、エーテル系等の中から一種または数種を選択して使用することができる。

本発明において、必要とされる抵抗値に応じて上記した材料が適宜秤量され、これらをボールミルや三本ロール等の分散混合装置によつて混練することにより、抵抗ペーストが製造される。

6

このようにして製造された抵抗ペーストを公知のスクリーン印刷法にて基板上に印刷し、これを乾燥、硬化することにより抵抗体が形成される。印刷に使用されるスクリーンは、硬化後の抵抗体の膜厚が $5 \sim 70 \mu\text{m}$ の範囲となるようなメッシュが選択される。通常、325メッシュから165メッシュのスクリーンが使用されるが、この範囲では膜厚 $70 \mu\text{m}$ を確保できないため、その場合は数回の重ね印刷を行う。

上記抵抗体は馬蹄形状または細長形状に形成され、前者の場合は基板に対して摺動子が回転可能に、また後者の場合は基板に対して摺動子がスライド可能に装着されることにより、回転型あるいはスライド型の可変抵抗器が得られる。

上記摺動子としては、長期の摺動においても抵抗体と良好な接触を保ち得る貴金属性の材料が用いられ、具体的には洋白の表面に金メッキや銀メッキを施したものや、パラジウム、銀、白金あるいはニッケル等の合金を使用することができる。特に、高温で表面酸化が懸念される場合、安定し

た接触状態を維持するために貴金属合金を用いることが望ましい。

#### 実施例 1

ポリイミド樹脂	100 pbw
カーボンブラツク	41.7 pbw
(アセチレンブラツク)	
ミルドカーボンファイバ	31.9 pbw
(直径 $7 \mu\text{m}$ 、長さ $30 \mu\text{m}$ )	
メチルトリグリム	130 pbw

上記各成分を配合し、これを三本ロールミルにより混合、分散して抵抗ペーストを製造した。次に、この抵抗ペーストを200メッシュのスクリーンを用いて印刷し、これを350℃に設定した熱風乾燥炉に2時間放置して抵抗体の塗膜を形成した。このようにして得られた抵抗体の塗膜中の配合比とシート抵抗は以下のとおりである。

ポリイミド樹脂	60 vol %
カーボンブラツク	20 vol %
ミルドカーボンファイバ	20 vol %

7

シート抵抗 (膜厚 $10 \mu\text{m}$ )  $300 \Omega/\square$

#### 比較例 1

実施例 1 のカーボンファイバを取り除き、それ以外を下記の配合例で三本ロールミルにより混合、分散して抵抗ペーストを製造した。

ポリイミド樹脂	100 pbw
カーボンブラツク	33 pbw
メチルトリグリム	110 pbw

この抵抗ペーストを実施例 1 と同様の工程で基板上にスクリーン印刷し、抵抗体を形成した。この抵抗体塗膜中の配合比とシート抵抗は以下のとおりである。

ポリイミド樹脂	80 vol %
カーボンブラツク	20 vol %
シート抵抗 (膜厚 $10 \mu\text{m}$ )	$2.7 \text{ k}\Omega/\square$

#### 従来例 1

フェノールホルムアルデヒド樹脂	100 pbw
カーボンブラツク	15.2 pbw

8

カルビトール 60 pbw

上記各成分を配合し、これを実施例 1 と同様の工程を経て基板上にスクリーン印刷することにより抵抗体を形成した。この抵抗体塗膜中の配合比とシート抵抗は以下のとおりである。

フェノールホルムアルデヒド樹脂	80 vol %
カーボンブラツク	20 vol %
シート抵抗 (膜厚 $10 \mu\text{m}$ )	$2.4 \text{ k}\Omega/\square$

実施例 1 と比較例 1 および従来例 1 で得られた抵抗体付きの基板に対し摺動子を装着し、この摺動子を抵抗体上で摺動する寿命試験を行った。使用した摺動子の材質は Pd, Ag, Pt, Cu, Zn, Ni の 6 元合金で、形状は厚さ $0.3 \text{ mm}$ 、幅 $0.5 \text{ mm}$ の 4 本足、摺動子の荷重は $8 \text{ g}$ である。

第 1 図は、上記各例の寿命試験後における抵抗体の摩耗深さを示す説明図で、横軸は摺動回数、縦軸は摩耗深さをあらわしている。同図から明らかなように、従来例 1 において、摺動回数が1000万回を越えると、ほとんど全ての抵抗体が削り取

9

10

られて基板が露出し、また比較例 1 において、摺動回数が 3000 万回に達すると摩耗量が  $7\mu\text{m}$  になり、いずれも抵抗体としての特性が著しく損われることを示している。一方、実施例 1 において、摺動回数が 3000 万回に達しても摩耗量は  $1\mu\text{m}$  であり、摺動による抵抗体の摩耗が非常に少ないことを示している。

第 2 図は、上記各例の寿命試験後における抵抗体の集中接触抵抗を示す説明図で、横軸は摺動回数、縦軸は集中接触抵抗をあらわしている。なお、集中接触抵抗は次式によつて算出した (JISC 5261)。

$$\text{集中接触抵抗 (\%)} = \frac{(R_b + R_c) - R_a}{2 R_a} \times 100$$

ここで  $R_a$  : 抵抗体の両端間の抵抗値 ( $\Omega$ )

$R_b$  : 抵抗体の一端と摺動子との間の抵抗値 ( $\Omega$ )

$R_c$  : 摺動子と抵抗体の他端との間の抵抗値 ( $\Omega$ )

第 2 図から明らかなように、従来例 1 と比較例

1 において、摺動回数が多くなると集中接触抵抗が著しく増大することを示している。これに対し、実施例 1 は、摺動回数が 3000 万回に達した後の集中接触抵抗 (1.0%) は初期集中接触抵抗 (0.73%) に比して僅かに増えているだけである。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、摺動子の摺動による抵抗体の摩耗と集中接触抵抗の増大を抑えることができるため、摺動寿命の非常に長い可変抵抗器を提供することができる。

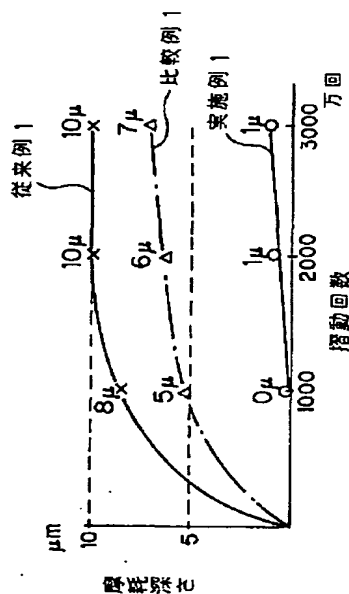
#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は抵抗体の摩耗量を示す説明図、第 2 図は抵抗体の集中接触抵抗を示す説明図である。

代理人 弁理士 武 頭次郎



第 1 図



第 2 図

